

Dispositivos para la estandarización de la Maniobra de Compresión de Gaenslen

D. L. Martínez-Vázquez^{1,*}, C. A. Vaquera², C. A. Santana-Delgado², P. C. Zambrano-Robledo²

¹ Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Universidad Autónoma de Nuevo León, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

* daniel.martinezvzq@uanl.edu.mx, daniell.martinezv@gmail.com

Resumen— Se presentan los desarrollos biomédicos realizados para buscar la estandarización de la Maniobra de Compresión de Gaenslen (MCG). El objetivo primordial de dicha estandarización es investigar acerca de la posibilidad de detectar la aparición de artritis reumatoide (AR) en etapas tempranas. La detección de la AR en etapas tempranas mejora sustancialmente la calidad de vida del paciente y permite ahorros económicos en su tratamiento.

Palabras clave— Artritis Reumatoide, Diagnóstico automatizado, Maniobra de Compresión de Gaenslen

I. INTRODUCCIÓN

La Maniobra de Compresión de Gaenslen (MCG) es una prueba clínica en la que se aplica presión lateral a las articulaciones metacarpofalángicas, en forma de “apretón de manos” [1]. Los objetivos clínicos de la maniobra son: i) Identificar sistemáticamente a pacientes con artritis inflamatoria; ii) Predecir o detectar la artritis reumatoide (AR) temprana en pacientes con artralgia [2, 3], y; iii) Evaluar la presencia de sinovitis en pacientes diagnosticados con artritis reumatoide.

Sin embargo, la definición del método para realizar la MCG es subjetivo y se puede enunciar como [1]: “Una prueba en donde se agarra firmemente la mano del paciente cuando éste se encuentre en reposo; todas la falanges distales del paciente deben estar en contacto con la mano del examinador”. Cabe mencionar que si la MCG causa dolor entonces existe alguna disfunción de la mano.

La falta de una definición objetiva, del método para realizar la MCG, es gran un problema ya que se ha reportado que la prueba tiene alta especificidad pero baja sensibilidad al predecir la AR [4]. Se hipotetiza que esta baja sensibilidad se debe a la gran dispersión en cuanto a fuerza, tiempo, y formas de aplicación de la MCG [5]; por lo tanto, es necesario buscar un consenso para la estandarización de la prueba [6].

El objetivo de este trabajo es compendiar y divulgar, para la comunidad biomédica nacional, todo el trabajo colaborativo realizado en la Universidad Autónoma de

Nuevo León entre el Centro de Investigación e Innovación en Ingeniería Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y el Servicio de Reumatología del Departamento de Medicina Interna del Hospital Universitario para desarrollar dispositivos biomédicos que coadyuven en la estandarización de la MCG.

Es importante mencionar que, aunque han divulgado hallazgos clínicos relacionados, no se han divulgado los dispositivos biomédicos a detalle puesto que se espera la expedición de una patente [7]. Al saber de los autores, no existe un dispositivo similar reportado a nivel internacional.

II. DISPOSITIVOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE LA MCG

La propuesta para estandarizar la MCG conlleva el diseño, construcción y prueba de dos dispositivos biomédicos:

1) *Maniquí médico de mano*. El objetivo de este maniquí [8] fue obtener la fuerza aproximada que los especialistas reumatólogos aplican al realizar la MCG. El maniquí se construyó mediante técnicas de vaciado en yeso y es totalmente de silicón; se instrumentó de tal forma que la fuerza se obtuviera mediante una microcelda de carga. La celda de carga utilizada para este maniquí fue de la marca Newport, modelo LCKD-10. La instrumentación se realizó en dos etapas, una de amplificación mediante un amplificador de instrumentación convencional (AD620B) y otra de filtrado mediante un filtro pasa-bajas Butterworth de cuarto orden. La adquisición de datos se realizó mediante una plataforma Arduino con una interfaz en LabView 2013.

Las pruebas se realizaron a 220 médicos durante el XLII Congreso Mexicano de Reumatología en 2014. Solo 138 pruebas se pudieron considerar en rango. El análisis de los datos que arrojó una conclusión muy importante: efectivamente existe una falta de consistencia en la realización de la MCG, aún entre especialistas reumatólogos.

2) *Dispositivo de compresión automática*. Este dispositivo [7,9] tiene varios objetivos: a) Calibrar los datos arrojados por el maniquí médico de mano, y; b) Servir como instrumento biomédico para determinar, con exactitud, los

rangos de fuerza y tiempo para la detección temprana de artritis reumatoide.

En cuanto al primer objetivo se pudo determinar que los especialistas reumatólogos mexicanos ejercen un promedio de 3.89N de fuerza con un rango intercuartil de 1.88N y un rango de 1.95N a 9.75N. En cuanto al segundo objetivo aún se tienen que realizar más estudios para poder determinar los rangos de fuerza y tiempo para la detección temprana de artritis.

III. DISPOSITIVO DE COMPRESIÓN AUTOMÁTICA

En la Figura 1 se puede ver una imagen renderizada del primer dispositivo de compresión automática diseñado. Este dispositivo se construyó con aluminio estructural, placas de aluminio, piezas de plástico PLA generadas mediante manufactura aditiva y un actuador lineal comercial.

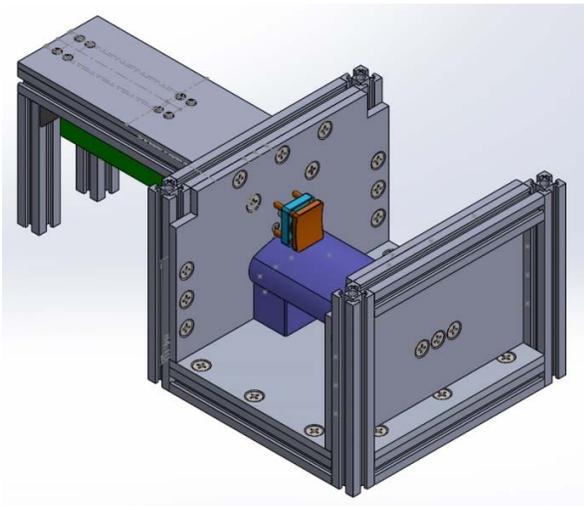


Fig. 1. Primer Dispositivo de Compresión Automática.

Después de varias modificaciones y mejoras, se construyó el segundo dispositivo de compresión automática que se muestra en la Figura 2. En dicha figura se pueden diferenciar las siguientes partes (cuyo número se pone en paréntesis): marco de aluminio estructural y placas de aluminio cuya función es dar soporte al dispositivo (5), actuador lineal comercial cuyo objetivo es aplicar y sensar la fuerza en la mano (8), sujetadores de plástico PLA generados mediante manufactura aditiva cuyo objetivo es fijar el actuador lineal en el marco principal (10, 11, 17, 21, 22), base fabricada de plástico PLA cuyo objetivo es soportar la mano del paciente en el momento en que se realiza la prueba (18), espaciadores de plástico PLA para dar

soporte a la base de la mano (19, 20), elemento de plástico PLA que aplica la fuerza del actuador lineal a la mano (14). Las dimensiones del dispositivo son de 41.4cm x 20.0cm x 18.1cm. Cabe mencionar que se tiene una fuente de alimentación externa; así mismo, los circuitos de adecuación y comunicación se tienen en un gabinete externo 25.0cm x 25.0cm x 15.0cm.

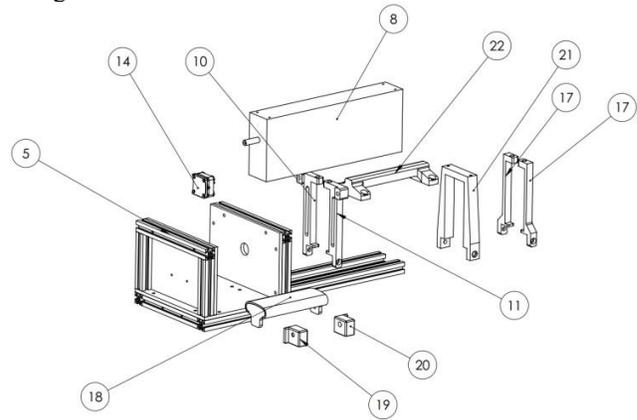


Fig. 2. Segundo Dispositivo de Compresión Automática.

El actuador lineal comercial se encarga de ejercer una fuerza sobre la mano del paciente. A su vez, este actuador puede medir la fuerza ejercida. Ambos datos se envían a una computadora personal mediante comunicación RS232 con el protocolo especial del actuador.

En cuanto al software, la aplicación se desarrolló en el entorno de LabView 2013. Ésta aplicación cuenta con un menú principal, interfaz para el control manual del dispositivo, interfaz para la entrada de los datos del paciente, interfaz para realizar las mediciones automáticas e interfaz para realizar las gráficas después de realizar la MCG. Esta aplicación está autocontenida en una computadora personal que solo se utiliza para las pruebas.

En las Figuras 3 se muestra el menú principal; este menú cuenta con cuatro opciones: a) selección de puerto usb; b) modo manual; c) modo prueba; y d) modo gráficas. Como su nombre lo indica, en la selección de puerto usb se elige que puerto usb está disponible en la computadora para realizar la comunicación serial. En el modo manual, se pueden ingresar valores específicos de fuerza (en el rango de 0.0kgf a 0.6kgf) para ser aplicada en el paciente. En el modo prueba se realiza la MCG automática con rangos preespecificados en fuerza. En el modo de graficación se pueden desplegar gráficas de pruebas anteriores.

En la Figura 4 se muestra la interfaz para realizar las gráficas; en este modo se obtiene una gráfica de Fuerza [kgf] vs. Tiempo [s] y otra gráfica de Desplazamiento [mm] vs. Tiempo [s]. De las gráficas obtenidas se puede extraer información relevante como: velocidad de la maniobra, desplazamientos máximos y mínimos o fuerzas máximas y mínimas de una población de pacientes en particular.

En las Figura 5 se muestra el dispositivo realizando una MCG automática y en la Figura 6 se muestra todo el sistema para realizar la MCG automática.



Fig. 3. Menú principal del dispositivo de compresión automática.

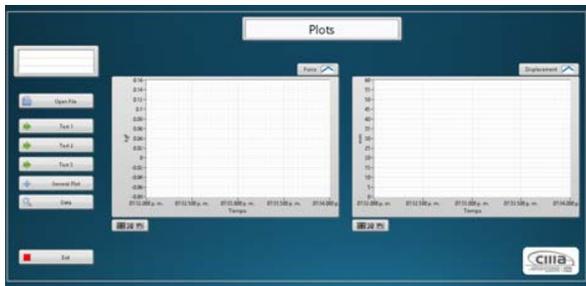


Fig. 4. Interfaz para realizar las gráficas

El segundo objetivo que tiene el Dispositivo de Compresión Automática es: “Servir como instrumento biomédico para determinar, con exactitud, los rangos de fuerza y tiempo para la detección temprana de artritis reumatoide”. El cumplimiento de este objetivo está en proceso [5, 10]. Sin embargo, desde el punto de vista clínico, existen opiniones encontradas acerca de la factibilidad de que, solo con la realización de la MCG, se pueda predecir con certeza la aparición de AR [5,11,12]; se deben hacer más pruebas clínicas al respecto.



Fig. 5. Fotografía de vista superior del dispositivo compresor realizando una MCG automática.

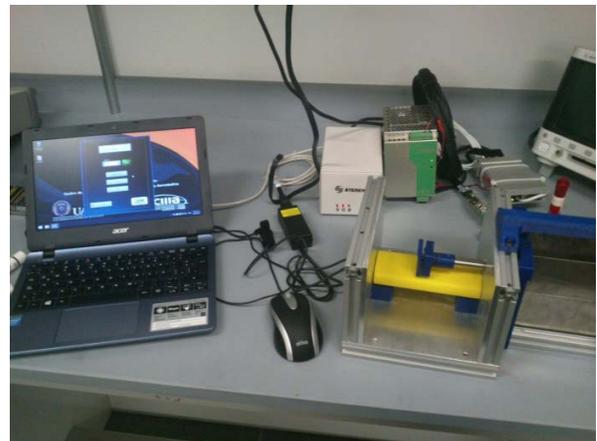


Fig. 6. Fotografía del dispositivo compresor completo.

III. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista biomédico, en este trabajo se han desarrollado dos dispositivos electromecánicos que ayudan a realizar investigación clínica relacionada con la artritis reumatoide; el primero de ellos es un maniquí médico de mano y el segundo es un compresor automático para la MCG.

Actualmente, con el Dispositivo de Compresión Automática, se podrían estandarizar la fuerza y el tiempo de la MCG desde el punto de vista de ingeniería; sin embargo, no se ha logrado debido a que los expertos reumatólogos no han llegado a un consenso clínico.

El desarrollo de sistemas biomédicos nacionales es fundamental para desarrollar investigación científica cuyos resultados puedan verse reflejados en beneficios para la

sociedad. Este artículo presenta el modesto aporte que realizamos en ese sentido.

[12] Mankia K, Emery P. Imminent rheumatoid arthritis can be identified in primary care. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2017;76:e42. DOI:10.1136/annrheumdis-2016-211231

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen la invaluable colaboración de los doctores Mario Garza, Jorge Esquivel y David Vega, todos adscritos al Servicio de Reumatología del Departamento de Medicina Interna del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Recht L, Rasmussen JO, Mathiesen FK, Lithman T. Construction of a Simple Test for Assessment of Hand Function in Primary Care: Theories and experimental trials for the test situation. *Scandinavian Journal of Primary Health Care*, 8:4,225-231, 1990. DOI: 10.3109/02813439008994963
- [2] Wiesinger T, Smolen JS, Aletaha D, Stamm T, Compression Test (Gaenslen's Squeeze Test) Positivity, Joint Tenderness, and Disease Activity in Patients With Rheumatoid Arthritis. *Arthritis Care Res*, 65: 653-657, 2013. DOI:10.1002/acr.21863
- [3] Emery P, Breedveld FC, Dougados M, *et al.* Early referral recommendation for newly diagnosed rheumatoid arthritis: evidence based development of a clinical guide. *Ann. Rheum. Dis.* 2002;61:290-7. DOI:10.1136/ard.61.4.290
- [4] van den Bosch WB, Mangnus L, Reijniere M, *et al.* The diagnostic accuracy of the squeeze test to identify arthritis: a cross-sectional cohort study. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2015;74:1886-1889. DOI: 10.1136/annrheumdis-2014-207202
- [5] Vega-Morales D, Esquivel-Valerio JA, Arana-Guajardo AC. “Automated squeeze test (Gaenslen’s manoeuvre) to identify patients with arthralgia suspicious for progression to RA: improving time delay to rheumatology consultation” en *Annals of the Rheumatic Diseases* 2017;76:e40. DOI:10.1136/annrheumdis-2017-eular.3318
- [6] Medina YF, Ruiz-Gaviria RE, Buitrago-Lopez A, *et al.* Physical articular examination in the activity of rheumatoid arthritis: a systematic review of the literature. *Clin. Rheumatol.* (2018) 37: 1457. DOI:10.1007/s10067-018-4015-4
- [7] Martínez-Vázquez DL, Vaquera-Hernández CA, Zambrano-Robledo PC, *et al.* Dispositivo Electromecánico para la detección temprana de artritis. Solicitud de patente MX/a/2016/016151, Diciembre 7, 2016.
- [8] Vega-Morales D, Esquivel-Valerio JA, Garza-Elizondo MA. Do rheumatologists know how to squeeze? Evaluations of Gaenslens maneuver. *Rheumatol. Int.* 2015;35:2037-40. DOI:10.1007/s00296-015-3354-6
- [9] Vega-Morales D, Esquivel-Valerio JA, Garza-Elizondo MA. Correction factor in the force sensed by the prosthetic biomedical device for squeeze test evaluation. *Rheumatol. Int.* (2016) 36: 747. DOI:10.1007/s00296-016-3469-4
- [10] Vega-Morales D, Esquivel-Valerio J, Arana-Guajardo A, *et al.* AB1015 Automated squeeze test (Gaenslen's compression maneuver) in rheumatoid arthritis patients. exploratory study. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2017;76:1410. DOI: 10.1136/annrheumdis-2017-eular.3318
- [11] van der Helm-van Mil AHM. The squeeze test of MCP joints: a scarcity of scientific data, especially from primary care. *Annals of the Rheumatic Diseases* 2017;76:e41. DOI:10.1136/annrheumdis-2016-211230